

# INFRASTRUKTUR

## PENGARUH LUBANG DAN EKSENTRISITAS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

### Influence of Hole and Eccentricity on Concrete Compressive Strength

Agustiar

Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Aceh

Email : [tiar\\_a@gmail.com](mailto:tiar_a@gmail.com)

---

#### ABSTRACT

*The use of hollow concrete in buildings is allowed. It is accordingly to SNI 03-2847-2002, which mentioned that pipeline with its holes that are embedded in column should not occupy more than 4% of cross-section area of the column. The use of holes in the column is used for plumbing or electrical installations. Reduction of cross-sectional area of concrete causes the concrete strength to bear axial load will also be reduced. Besides that, in the installation of pipes in a column, they could be in inclined position, which could result in an eccentricity to the gravity centre of column. Based on the problem, this research aims to find out the effect of eccentricity on the concrete column with hole to its strength in supporting axial load. There were 56 cylindrical specimens with 15 cm of diameter and 30 cm of high used in this research. The results showed that the hole in concrete resulted in reducing of the compressive strength of concrete. The reducing in strength is expected to be due to reducing in cross-section area of concrete. The use of holes up to 3.8% of the concrete cross-section area results in reducing the strength of concrete up to 16.86% (BN2) of the strength of concrete without holes. The reduction in strength due to the holes eccentricity of 2 and 3 cm to the eccentricity of concrete, were 24.64 and 25.36% respectively to the concrete strength without hole. Then the strength of concrete at 3.8% aperture area still meets the requirements. Based on that also why the hole bounded by SNI 03-2847-2002, pasal 8.3 (4) can still be used by 4%.*

*Keywords: concrete, eccentricity, hole, compressive strength.*

#### ABSTRAK

Penggunaan beton berlubang pada bangunan dibolehkan. Hal ini berdasarkan peraturan beton SNI 03-2847-2002 menyebutkan saluran pipa bersama kaitnya, yang di tanam dalam kolom tidak boleh menempati lebih dari 4% luas penampang. Penggunaan lubang pada kolom adalah untuk instalasi pipa atau listrik. Pengurangan luas penampang beton menyebabkan kekuatan beton dalam memikul beban aksial juga akan berkurang. Disamping itu dalam pelaksanaan, pemasangan pipa pada kolom bisa terjadi kemiringan yang bisa menyebabkan eksentrisitas terhadap titik berat penampang kolom. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh eksentrisitas pada beton lubang terhadap kekuatan memikul beban aksial. Benda uji yang digunakan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm, dengan jumlah benda uji 56 buah. Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan hasil kuat tekan beton akibat adanya lubang. Penurunan kekuatan seiring dengan pengurangan luas penampang beton. Penggunaan lubang sampai dengan 3,8% dari luas penampang beton mengalami penurunan kekuatan beton sampai dengan 16,86% (BN2) dari beton tanpa lubang. Jika terjadi eksentrisitas maka penurunan kekuatan menjadi sampai dengan 24,64% pada eksentrisitas 2 cm dan 25,36% pada eksentrisitas 3 cm terhadap titik berat penampang. Berdasarkan hal tersebut juga mengapa berdasarkan SNI 03-2847-2002, pasal 8.3 (4) dibatasi lubang yang masih bisa digunakan sebesar 4%.

Kata Kunci : Beton, eksentrisitas, lubang, kuat tekan.

## PENDAHULUAN

Beton secara luas sudah digunakan dalam bidang konstruksi. Dimana sifat yang penting dari beton adalah kuat menerima gaya tekan. Kekuatan beton sangat tergantung dari bahan pembentuknya. Selain hal tersebut, kekuatan beton juga tergantung dari komposisi campuran, pelaksanaan dan perawatan. Konstruksi dalam hal ini gedung terbentuk dari gabungan dari elemen diantaranya balok, kolom, plat.

Kolom merupakan salah satu elemen yang terpenting pada suatu bangunan, selain balok, plat dan pondasi. Kolom merupakan elemen yang dominan menerima gaya tekan. Gaya yang diterima kolom merupakan hasil dari transfer dari beban lain yang bekerja pada struktur dan termasuk berat sendiri dari kolom. Kekuatan kolom menerima beban tergantung dari luas penampang dari kolom. Semakin besar penampang beton berarti kemampuan kolompun semakin besar.

Namun belakangan ini pada kolom bangunan banyak menggunakan lubang (rongga) pada kolom. Penggunaan lubang pada kolom diantaranya untuk memperindah dari bentuk bangunan (estetika). Pemanfaatan lubang pada kolom digunakan sebagai instalasi pipa atau untuk instalasi listrik. Akibat adanya lubang pada kolom bisa menyebabkan penampang kolom akan berubah menjadi lebih kecil. Hal ini menyebabkan kemampuan kolom dalam menerima beban juga akan berkurang.

Seiring dengan hal tersebut di atas, akibat pelaksanaan pemasangan pipa dalam kolom bisa terjadi kemiringan yang bisa menyebabkan lubang bisa berubah tidak berada pada tengah bidang penampang kolom. Hal ini bisa menyebabkan eksentrisitas kolom bila ditinjau dari penampang yang tidak berlubang dengan penampang yang berlubang. Eksentrisitas yang terjadi pada beton bisa meningkatkan tegangan lentur pada kolom dimana hal ini bisa menyebabkan kemampuan kolom menerima beban aksial akan berkurang.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh lubang dan eksentrisitas terhadap kemampuan kolom menerima beban uniaksial dan kuat tarik belah. Hal ini penting dilakukan dikarenakan kolom merupakan elemen yang penting di dalam konstruksi suatu bangunan.

## STUDI PUSTAKA

Beton adalah campuran antara semen *portland* atau semen hidrolik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan yang membentuk masa padat (SNI-03-2847-2002). Lebih lanjut diinformasikan beton bertulang adalah beton yang ditulangi dengan luas dan jumlah yang tidak kurang dari nilai minimum yang disyaratkan

dengan atau tanpa prategang, dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja sama-sama dalam menahan gaya yang bekerja. beton normal merupakan beton yang mempunyai berat isi  $2200 \text{ kg/m}^3$  sampai  $2500 \text{ kg/m}^3$  yang menggunakan agregat alam yang dipecah atau tanpa dipecah.

SNI-03-2847-2002, kolom adalah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melebihi 3 (tiga) yang digunakan terutama untuk mendukung beban aksial. Kolom pedestal adalah komponen struktur tegak yang mempunyai rasio tinggi beban terhadap dimensi lateral terkecil rata-rata kurang dari 3 (tiga). Kemampuan kolom dalam memikul beban ditentukan berdasarkan beban aksial berfaktor yang bekerja pada semua lantai atau atap, kemudian kombinasi pembebanan yang menghasilkan rasio maksimum dari momen terhadap beban aksial juga harus diperhitungkan.

Zuraidah, dkk (2012) menyatakan penurunan kuat tekan seiring dengan bertambah luasan lubang yang digunakan. Lebih lanjut pada penelitian ini menggunakan benda uji silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Adapun lubang yang digunakan adalah 2,2%; 3%; 4,5%; 9 % dari luas penampang silinder. Dari hasil penelitian didapat, adanya lubang 0% - 9 % dari luas penampang benda uji, kuat tekan beton mengalami penurunan secara signifikan. Pada lubang 2,2% kekuatan beton  $328,23 \text{ kg/cm}^2$  (menurun 16,76%), pada lubang 3% kekuatan beton  $313,20 \text{ kg/cm}^2$  (menurun 20,57%), pada lubang 4,5% kekuatan beton  $279,19 \text{ kg/cm}^2$  (menurun 29,19%), sedangkan pada lubang 9% kekuatan beton  $224,53 \text{ kg/cm}^2$  (menurun 43,05%) dibandingkan dengan yang tanpa lubang (0%). Pada penelitian tidak dilakukan pengujian tarik belah untuk mengetahui kekuatan geser beton akibat adanya lubang.

Berdasarkan peraturan SNI 03-2847-2002, saluran dan pipa yang ditanam dalam beton harus memenuhi persyaratan :

- Saluran, pipa dan selubung yang terbuat dari material yang tidak berbahaya bagi beton dan dalam batasan-batasan yang diperbolehkan untuk ditanam dalam beton, asalkan bahan-bahan tersebut tidak dianggap menggantikan secara struktural bagian beton yang di pindahkan.
- Saluran dan pipa yang terbuat dari aluminium tidak boleh ditanam dalam beton kecuali bila diberi pelapis atau dibungkus dengan baik untuk mencegah terjadinya reaksi aluminium dengan beton atau aksi elektrolitik antara baja dan aluminium.

- c. Saluran, pipa dan selubung yang menembus pelat, dinding atau balok tidak boleh menurunkan kekuatan konstruksi secara berlebihan.
- d. Saluran dan pipa, bersama kaitnya, yang ditanam pada kolom tidak boleh menempati lebih dari 4 persen luas penampang yang diperlukan untuk kekuatan atau perlindungan terhadap kebakaran.
- e. Saluran dan pipa yang tertanam pada pelat, dinding atau balok (selain saluran dan pipa yang hanya menembus) harus memenuhi syarat dan ketentuan yang berlaku sesuai peraturan SNI.
- f. Saluran, pipa dan selubung boleh dianggap menggantikan secara struktural beton yang dipindahkan yang berada dalam kondisi tekan asalkan memenuhi syarat dan ketentuan yang berlaku sesuai peraturan SNI.

Kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan. Dipohusodo (1993), nilai kuat tekan beton di dapatkan memulai tata cara pengujian standar, menggunakan mesin uji dengan cara memberikan beban tekan bertingkat dengan kecepatan peningkatan beban tertentu atas benda uji silinder beton sampai hancur. Tata cara pengujian umumnya dipakai standar ASTM C39-86. Kuat tekan masing-masing benda uji ditentukan oleh tegangan tekan tertinggi ( $f'_c$ ) yang dicapai benda uji umur 28 hari akibat beban tekan selama percobaan. Nilai kuat tekan beton dapat dihitung dengan persamaan seperti diperlihatkan pada persamaan 1.

$$f'_c = \frac{P}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \quad (1)$$

Keterangan

$f'_c$  = kuat tekan silinder beton (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  = beban tekan (kg)

$A$  = luas penampang (cm<sup>2</sup>)

Dipohusodo (1993), berpendapat nilai kuat tekan tidak berbanding lurus terhadap nilai kuat tarik beton, setiap usaha perbaikan mutu kekuatan tekan hanya disertai peningkatan kecil nilai kuat tariknya. Kuat tarik belah beton ditentukan melalui *split cylinder test* yang umumnya memberikan hasil yang lebih baik dan lebih mencerminkan kuat tarik yang sebenarnya. Suatu perkiraan kasar dapat dipakai, bahwa nilai kuat tarik belah beton normal hanya berkisar antara 9% -15% dari kuat tekannya.

Pengujian kuat tarik belah menggunakan benda uji silinder berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm yang diletakkan pada arah memanjang di atas alat pengujian kemudian beban tekan diberikan

merata arah tegak dari atas pada seluruh panjang silinder. Apabila kuat tarik terlampaui, benda uji terbelah menjadi 2 bagian dari ujung ke ujung. Tegangan tarik yang timbul sewaktu benda uji terbelah disebut sebagai *split cylinder strength* (kuat tarik belah silinder). Dipohusodo (1994), mengemukakan kuat tarik belah dapat dihitung dengan menggunakan Persamaan 2.

$$f_t = \frac{2 P}{\pi L D} \quad (2)$$

Keterangan:

$f_t$  = Kuat tarik belah beton (kg/cm<sup>2</sup>)

$P$  = Beban maksimum pada waktu belah (kg)

$L$  = Panjang penampang benda uji (cm)

$D$  = Diameter benda uji silinder (cm)

## METODOLOGI PENELITIAN

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah Semen Portland (PC), Agregat kasar (*coarse aggregate*) dengan diameter maksimum 20 mm, agregat halus (*fine aggregate*) dan pipa PVC. Pipa yang digunakan pada penelitian ini adalah pipa berukuran 1/2", 3/4", 1" dan pipa 1 1/4".

Metode campuran beton (*concrete mix design*) berdasarkan metode American Concrete Institute (ACI). Berdasarkan metode tersebut diperoleh berat masing-masing material yang akan digunakan, yaitu jumlah agregat, semen dan air. Benda uji yang digunakan berbentuk silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm, direncanakan dalam penelitian ini sebanyak 56 benda uji untuk pengujian kuat tekan dan 36 benda uji untuk pengujian kuat tekan dan eksentrisitas lubang. Pengujian benda uji dilaksanakan pada umur 28 hari.

**Tabel 1.** Jumlah benda uji

Kode Benda Uji	Dia (inchi)	Lubang (%)	Kuat Tekan			
			Eksentrisitas			
			0	1 cm	2 cm	3 cm
BN <sub>0</sub>	0	0	4	0	0	0
BN <sub>1</sub>	1/2	2	4	3	3	3
BN <sub>2</sub>	3/4	3,8	4	3	3	3
BN <sub>3</sub>	1	4,8	4	3	3	3
BN <sub>4</sub>	1 1/4	7	4	3	3	3
Jumlah			20	12	12	12

Keterangan:

BN<sub>0</sub> = benda uji tanpa lubang

BN<sub>1</sub> = Benda uji dengan lubang 2%

BN<sub>2</sub> = Benda uji dengan lubang 3,8%

BN<sub>3</sub> = Benda uji dengan lubang 4,8%

BN<sub>4</sub> = Benda uji dengan lubang 7%

## HASIL DAN PEMBAHASAN

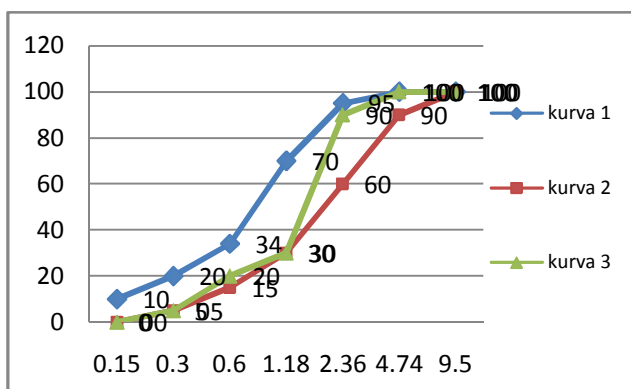
### a. Pengujian Material

Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat ini dilakukan terhadap agregat kasar (kerikil), agregat halus (pasir). Adapun pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat meliputi berat jenis (*specific gravity*) dan penyerapan (*absorption*) agregat, analisa saringan (*sieve analysis*) agregat.

**Tabel 2.** Hasil Pemeriksaan sifat-sifat fisis agregat

No.	Agregat	Berat Jenis		Modulus Kehalusan	Penyerapan (%)
		SG <sub>(ssd)</sub>	SG <sub>(od)</sub>		
1.	Kerikil	2,58	2,61	5,1	1,25
2.	Pasir	2,25	2,5	3,45	11,1

Berdasarkan Tabel 2, dapat dijelaskan bahwa, berat jenis (*specific gravity*) agregat yang digunakan sebagai material campuran beton baik dan untuk berat jenis pasir kering jenuh permukaan sudah memenuhi standar yang telah ditetapkan yaitu antara 2,5 -2,7 (Gambhir, 2013). Hasil modulus kehalusan (F.M) agregat telah memenuhi ketentuan berdasarkan Mulyono (2005), nilai agregat kasar (kerikil) sekitar 5,0-8,0 dan pasir sekitar 1,5-3,8. Nilai modulus kehalusan agregat campuran yaitu agregat campuran diperoleh dari nilai persentase kumulatif yang tertahan pada masing-masing saringan. Adapun grafik gradasi susunan butiran agregat halus dari hasil pemeriksaan analisa saringan diperlihatkan pada Gambar 1. Berdasarkan gradasi tersebut dapat diketahui letak kurva gradasi agregat pada daerah (2) yaitu daerah yang berbutir agak kasar dan baik untuk material pembentuk beton.



**Gambar 1.** Grafik gradasi susunan butiran agregat halus (pasir)

Perhitungan campuran beton berdasarkan Metode American Concrete Institute (ACI). Dari perhitungan tersebut didapat material campuran tiap 1 m<sup>3</sup> yang diperlihatkan pada Tabel 2, dan hasil perhitungan campuran adukan beton untuk masing-masing variasi benda uji dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Campuran material beton metode ACI tiap 1 m<sup>3</sup>

No	Bahan	Campuran (m <sup>3</sup> )	Satuan
1.	Semen	357,2	Kg
2.	pasir	783,6	Kg
3.	kerikil	1095	Kg
4.	Air	178,2	Liter

### b. Hasil Pengujian Benda Uji

Pengujian benda uji beton yang dilakukan pada 28 hari umur beton dengan menggunakan *Compression Testing Machine*. Ukuran benda uji yang digunakan, silinder diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

#### 1. Pengujian kuat tekan

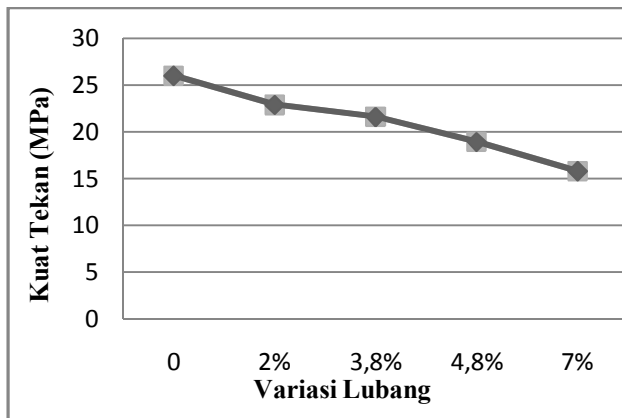
Hasil pengujian kuat tekan beton akibat adanya lubang pada beton dapat dilihat pada Tabel 4. Dimana lubang yang digunakan 2%, 3,8%, 4,8% dan 7% dari luas penampang beton (176,625 cm<sup>2</sup>)

**Tabel 4.** Hasil pengujian kuat tekan beton

Kode Benda uji	% lubang	Kuat Tekan (MPa)	Rasio %	% Penurunan	Zuraidah, dkk Lubang; penurunan
BN <sub>0</sub>	0	26,04	100	0.00	0
BN <sub>1</sub>	2	22,93	88.06	11.94	2,2 ; 16,76
BN <sub>2</sub>	3,8	21,65	83.14	16.86	3 ; 20,57
BN <sub>3</sub>	4,8	18,97	72.85	27.15	4,5 ; 29,19
BN <sub>4</sub>	7	15,85	60.87	39.13	9 ; 43,05

Berdasarkan Tabel 4, penggunaan lubang sampai dengan 3,8% dari luas penampang beton mengalami penurunan kekuatan beton sampai dengan 16,86% (BN<sub>2</sub>). Jika dihubungkan dengan pembatasan penggunaan kekuatan beton sampai dengan 0,85 untuk mutu beton di bawah 30 MPa sedangkan di atas 30 MPa sampai dengan 0,65, maka kekuatan beton pada luas lubang 3,8% masih memenuhi yang disyaratkan. Berdasarkan hal tersebut juga mengapa berdasarkan SNI 03-2847-2002 dibatasi lubang yang masih bisa digunakan sebesar 4%. Dari hasil penelitian Zuraidah dkk (2012) menunjukkan nilai yang mendekati. Grafik hubungan pengaruh penggunaan variasi lubang pada

beton terhadap kuat tekan yang diperlihatkan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik Hubungan Kuat Tekan dan Variasi Lubang

## 2. Kuat tekan, lubang dan eksentrisitas

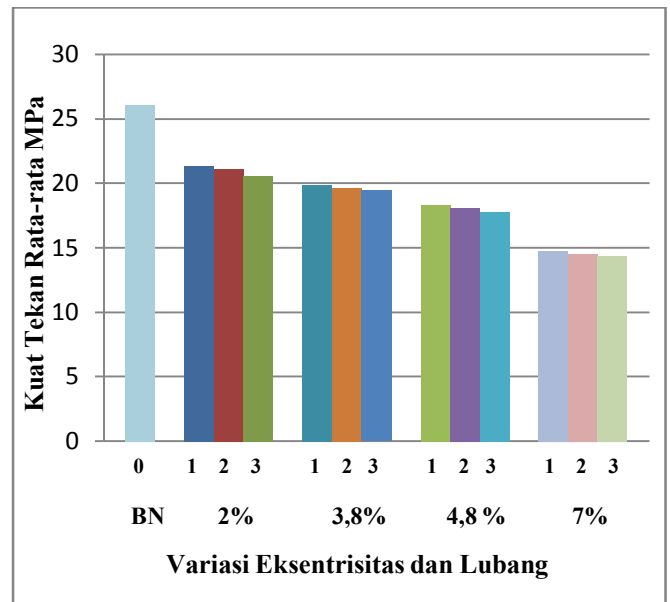
Hasil pengujian ini berdasarkan pergeseran lubang yang digunakan 2%, 3,8%, 4,8% dan 7% yang direncanakan sebesar 1 cm, 2cm dan 3 cm dari titik berat penampang beton. Hasil pengujian ditunjukkan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Terhadap Variasi Lubang

Kode Benda Uji	Eks (cm)	Kuat Tekan Ratarata (kg/cm <sup>2</sup> )	% Thd BN	% Penurunan	% Selisih Thd variasi	% Penurunan Thd Variasi
BN <sub>0</sub>	-	26,04	100	-	100	0
BN <sub>1</sub>	1	21,33	81.88	18.12	100	0
	2	21,14	81.16	18.84	99.12	0.88
	3	20,57	78.99	21.01	96.46	3.54
BN <sub>2</sub>	1	19,82	76.09	23.91	100	0
	2	19,63	75.36	24.64	99.05	0.95
	3	19,44	74.64	25.36	98.10	1.90
BN <sub>3</sub>	1	18,31	70.29	29.71	100	0
	2	18,12	69.57	30.43	98.97	1.03
	3	17,74	68.12	31.88	96.91	3.09
BN <sub>4</sub>	1	14,72	56.52	43.48	100	0
	2	14,53	55.80	44.20	98.72	1.28
	3	14,34	55.07	44.93	97.44	2.56

Berdasarkan Tabel 5, dapat dilihat bahwa pada variasi lubang 3,8% penurunan kekuatan sampai dengan 24,64% pada eksentrisitas 2 cm dan 25,36% pada eksentrisitas 3 cm terhadap titik berat. Jika ditinjau reduksi kekuatan beton sebesar 25% dari kekuatan sebenar. Sedangkan akibat adanya lubang 3,8% dan eksentrisitas 2 cm penurunan kekuatan

yang terjadi sampai 24,64%, dengan menggunakan benda uji dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Lebih lanjut berdasarkan Tabel 4 dapat dilihat bahwa perbedaan kekuatan akibat adanya eksentrisitas pada masing-masing benda uji kecil, dimana nilai yang terbesar 3,54% pada variasi 2% dengan eksentrisitas 3cm. Grafik hubungan pengaruh penggunaan variasi lubang pada beton terhadap kinerja kuat tekan yang diperlihatkan diperlihatkan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Hubungan Kuat Tekan Terhadap Variasi Eksentrisitas dan Lubang

## KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan dan saran dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Adanya lubang pada kolom beton dapat menurunkan kekuatan beton.
2. Penggunaan lubang sampai dengan 3,8% dari luas penampang beton mengalami penurunan kekuatan beton sampai dengan 16,86% (BN<sub>2</sub>).
3. Pembatasan lubang yang digunakan sebesar 4% berdasarkan SNI 03-2847-2002 masih memenuhi kekuatan beton.
4. Akibat adanya eksentrisitas lubang pada beton lebih mereduksi kekuatan beton dibandingkan tanpa eksentrisitas.
5. Perbedaan kekuatan tekan akibat adanya eksentrisitas pada masing-masing benda uji kecil.

## DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, I., 1993, Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T-15-1991-03 Departemen Pekerjaan Umum RI, Penerbit Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Gambhir, (2013) Concrete Technology: Theory and Practice, fifth Edition, McGraw Hill, India.
- Mulyono, T., 2005, Teknologi Beton, Penerbit ANDI, Yogyakarta.
- Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2002), Departemen Pemukiman dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian dan Pengembangan, Jakarta.
- Zuraidah, S., Handoko dan Budihastono, K., 2012, Pengaruh Lubang Dalam Beton Terhadap Kekuatan Memikul Beban Aksial, Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Teknologi Prasarana Wilayah (ATPW), Surabaya, 11 Juli 2012, ISSN 2301-6752.